

BTS OPTICIEN LUNETIER

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET PHYSIQUE – U. 42

SESSION 2014

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- document-réponse n°1.....page 8 /9
- document-réponse n°2.....page 9 /9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

BTS OPTICIEN LUNETIER	Session : 2014
Optique géométrique et physique – U. 42	Code : OLOGPH Page : 1/9

Un client semble très intéressé par l'achat d'un appareil photographique réflex dont l'objectif est à focale variable. Néophyte dans le domaine de la photographie mais ayant des connaissances en sciences physiques, il souhaiterait obtenir quelques explications sur les différentes caractéristiques inscrites sur la fiche technique de l'instrument et des éclaircissements scientifiques. Il s'interroge également sur l'utilité d'un filtre polarisant et sur son principe de fonctionnement.

Le sujet comporte trois parties entièrement indépendantes.

La **fiche technique** de l'appareil photographique est donnée **page 7/9**.

PARTIE A – OBJECTIF À FOCALE VARIABLE

I. DESCRIPTION TECHNIQUE

On considère que l'objet à photographier est à l'infini. Le champ angulaire α est donné par la relation :

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{L}{2 \times f'}$$

L : diagonale du capteur en mm.
 f' : distance focale de l'objectif en mm.
 α : angle de champ en degré.

- 1) À l'aide de l'expression **ci-dessus**, calculer les champs angulaires α_1 et α_2 pour les deux focales extrêmes $f'_1 = 18$ mm (zoom minimal) et $f'_2 = 135$ mm (zoom maximal) de l'objectif.
Comparer les résultats obtenus avec les valeurs données par le constructeur.
- 2) Que signifie l'indication « $f / 22 - 36$ » sur la fiche technique ?

II. UTILISATION DE L'OBJECTIF

- 1) Définir la profondeur de champ en photographie et l'illustrer à l'aide d'un schéma de principe en considérant une mise au point à distance finie.

Les deux clichés présentés **ci-dessous** ont été réalisés avec la même focale $f' = 55 \text{ mm}$ et avec la même distance de mise au point.

Photo A :



Réglage : t (temps de pose) = $1/125$; nombre d'ouverture $N = 5,6$.

Photo B :



Réglage : t (temps de pose) = $1/125$; nombre d'ouverture $N = 16$.

- 2) En analysant les deux photographies **ci-dessus**, indiquer le changement provoqué sur la photographie par la modification du nombre d'ouverture N .

PARTIE B – ÉTUDE DES CHAMPS

On modélise l'objectif à focale variable étudié dans la partie A par un doublet de lentilles minces L_1 et L_2 .

Le zoom est réglé au maximum, sa distance focale est par conséquent :

$$f' = + 135 \text{ mm}$$

Modélisation de l'objectif :

- la lentille L_1 , de centre optique O_1 , a pour distance focale $f'_1 = 80 \text{ mm}$;
- la lentille L_2 , de centre optique O_2 , a pour distance focale $f'_2 = - 100 \text{ mm}$;
- un diaphragme D se situe à **20 mm** derrière la lentille L_1 .

On considère que :

- D est le diaphragme d'ouverture ;
- la monture de L_2 est le diaphragme de champ de diamètre $\Phi_2 = 20 \text{ mm}$.

Dans toute cette partie, on considère que l'objet AB est situé à l'infini.

- 1) Montrer que la distance $e = \overline{O_1 O_2}$ du doublet vaut $e = 39,3 \text{ mm}$ lorsque la distance focale est $f' = 135 \text{ mm}$.
- 2) L'objectif est dirigé vers un objet AB situé à l'infini, de diamètre apparent $\alpha = 10^{-1} \text{ rad}$.
 - a) Préciser la chaîne d'images correspondant à cette position de l'objet.
 - b) Déterminer la distance entre la lentille L_2 et le capteur d'image qui permet d'obtenir une image nette sur le capteur.
- 3) L'objectif est ouvert au maximum à $f / 5,6$.
Déterminer le diamètre de la pupille d'entrée Φ_{PE} .
- 4) Déterminer, en précisant la chaîne d'images correspondante, la position de la pupille d'entrée P_E par rapport à la lentille L_1 .
- 5) En déduire Φ_D , diamètre d'ouverture du diaphragme D.
- 6) On cherche à calculer Φ_{PLi} , diamètre du champ de pleine lumière dans l'espace intermédiaire.
Compléter le **DOCUMENT-RÉPONSE 1 (page 8/9)** sans souci d'échelle et calculer la valeur de Φ_{PLi} .
- 7) En déduire Φ'_{PL} , diamètre du champ de pleine lumière image.
- 8) Tracer sur le **DOCUMENT-RÉPONSE 2 (page 9/9)** la marche du faisceau lumineux issu du bord du champ de pleine lumière à travers l'objectif, sans souci d'échelle.

PARTIE C – OPTIQUE PHYSIQUE

I. UTILISATION D'UN FILTRE POLARISANT

Dans la notice de l'appareil photographique, il est conseillé d'utiliser un filtre polarisant rectiligne lors de prises de vues de certains paysages. Fixé sur l'objectif, celui-ci est utilisé pour réduire les reflets sur l'eau ou le verre et apporter plus de saturation aux photos (ciel d'un bleu intense).

Muni de ce filtre polarisant, le photographe qui souhaite photographier la surface d'un lac (calme) se place de telle sorte que sa ligne de visée sur la surface de l'eau corresponde à l'angle d'incidence de Brewster.

- 1) Effectuer un schéma de la situation, dans le cas de l'incidence de Brewster, en précisant sur le schéma :
 - le dioptre air/eau ;
 - le rayon incident issu du soleil ainsi que son angle d'incidence i_B ;
 - le rayon réfléchi ainsi que son angle de réflexion r ;
 - le rayon réfracté ainsi que son angle de réfraction r_B .

Préciser la valeur de l'angle entre les rayons réfléchi et réfracté.

- 2) Calculer i_B , angle d'incidence de Brewster.

Données :

- indice de réfraction de l'air : $n_{air} = 1,00$;
- indice de réfraction de l'eau : $n_{eau} = 1,33$.

- 3) Que peut-on dire du type de polarisation de la lumière incidente issue du soleil et du type de polarisation de l'onde réfléchie sous incidence de Brewster ?
Préciser la direction de polarisation de la lumière réfléchie.
- 4) Un filtre polarisant comporte toujours deux parties. L'une de ces parties est fixée sur l'appareil, l'autre en revanche peut tourner autour de l'axe optique. Selon l'angle choisi, l'image fournie change considérablement d'aspect. Sous incidence de Brewster, comment faut-il orienter l'axe du polariseur pour que le photographe supprime les reflets à la surface de l'eau ?
Justifier la réponse.

II. TRANSMISSION DE LA LUMIÈRE À TRAVERS L'OBJECTIF

Lorsque la lumière passe à travers un dioptre optique, on considère qu'elle ne subit des pertes d'intensité qu'à cause des réflexions des rayons lumineux. L'image formée est donc plus sombre.

Les coefficients de réflexion R et de transmission T en **intensité** (en incidence quasi-normale) sont dans ce cas :

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

$$T = 1 - R$$

- 1) Calculer la valeur du coefficient de réflexion en intensité du dioptre, noté R , lorsque le milieu 1 est l'air ($n_1 = 1$) et le milieu 2, un verre d'indice $n_V = 1,52$.
- 2) Calculer, pour une lentille recevant des rayons centraux, la valeur du coefficient de transmission en intensité, noté T_L .
- 3) En vous aidant des informations figurant dans la fiche technique, calculer le coefficient de transmission en intensité de l'objectif, noté T_{obj} , si on considère que toutes les lentilles sont taillées dans un verre d'indice $n_V = 1,52$.
- 4) Quel procédé permet d'améliorer ce facteur de transmission ?
Expliquer en quelques phrases sur quel principe physique repose ce procédé.

FICHE TECHNIQUE DE L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE

FICHE TECHNIQUE DU BOÎTIER Canon EOS 600D

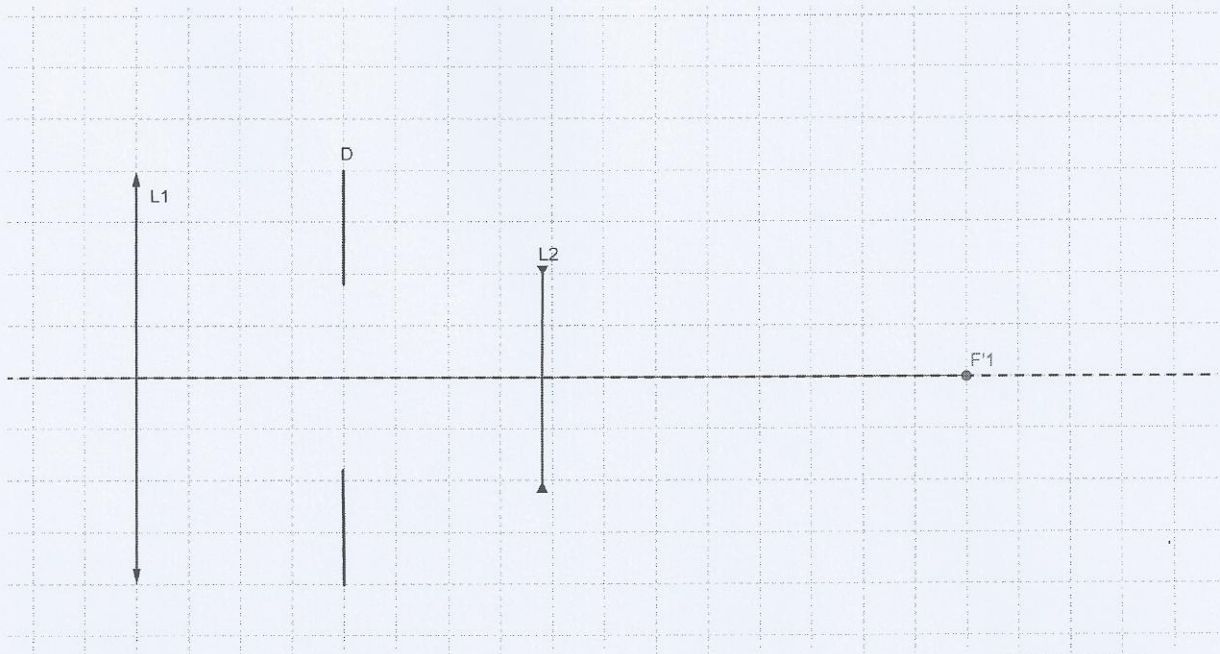
Type : réflex numérique à objectifs interchangeables AF/AE avec flash intégré.

Capteur d'image	
Type	capteur CMOS
Taille du capteur	22,3 × 14,9 mm
Pixels effectifs	18 Mpixels
Nombre de pixels	6000 × 3000

FICHE TECHNIQUE DE L'OBJECTIF

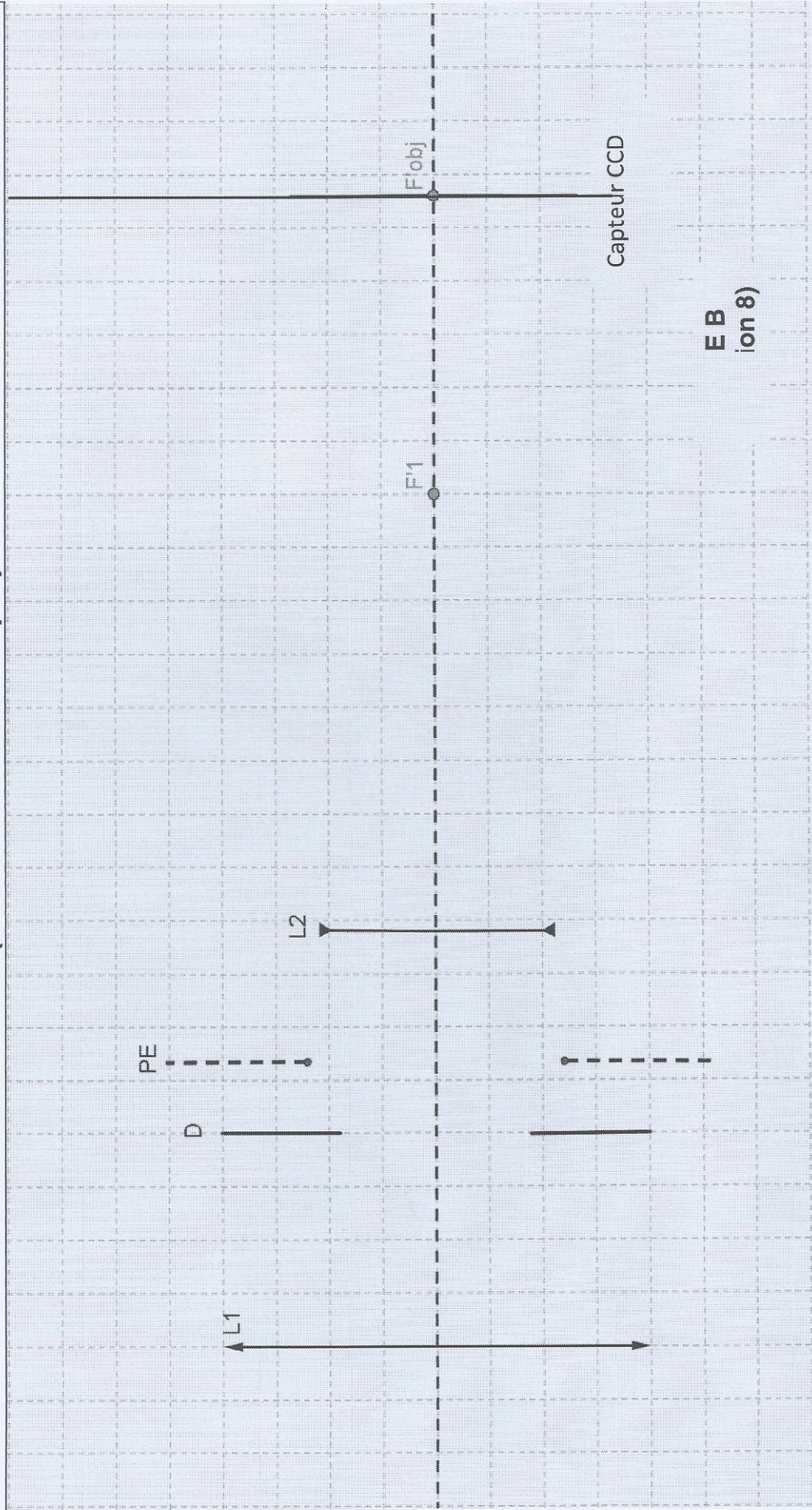
Canon EF-S 18-135mm f/3.5-5.6 IS II	
Constitution de l'objectif	16 lentilles en 12 groupes
Focales réelles	18 mm / 135 mm
Ouvertures	18-135 mm 1 : 3,5 - 5,6
Ouverture minimale	f / 22 - 36
Angle de champ (portée diagonale)	73,3° – 11,3°

DOCUMENT-RÉPONSE n°1
(À rendre avec la copie)



PARTIE B
Question 6)

DOCUMENT-RÉPONSE n°2
(À rendre avec la copie)



BTS OPTICIEN LUNETIER	Session 2014
Optique géométrique et physique – U. 42	Page : 9/9